

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-216359

(43)Date of publication of application : 02.08.2002

(51)Int.Cl. G11B 7/0065  
 G11B 7/09  
 G11B 7/125  
 G11B 7/13  
 G11B 7/135

(21)Application number : 2001-350542 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
 (22)Date of filing : 15.11.2001 (72)Inventor : KASASUMI KENICHI  
 KITAOKA YASUO  
 YAMAMOTO KAZUHISA

## (30)Priority

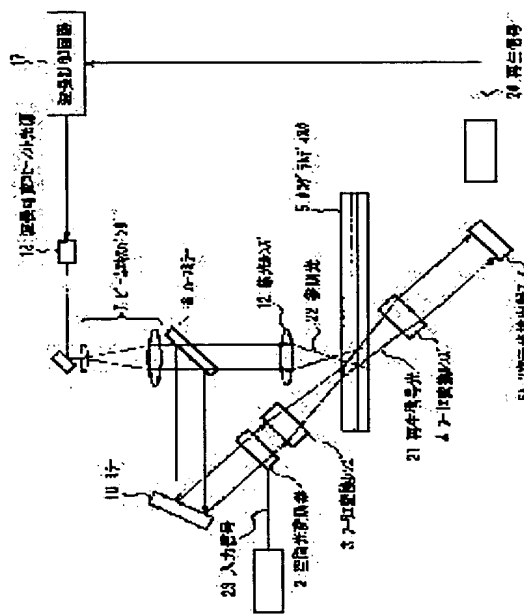
Priority number : 2000351308 Priority date : 17.11.2000 Priority country : JP

## (54) HOLOGRAPHIC OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REGENERATION DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a holographic optical information recording regenerating device which maintains a sufficient regeneration signal intensity and enable a stable regeneration of signals with less cross talks even if the optical regeneration wave length is changed according to the difference or temperature change in recording media.

**SOLUTION:** The optical information recording regeneration device generates the digital data which is recorded in a style such as interference fringes made by two coherent beams on a hologram disk 5 is regenerated by radiating reference coherent beam 22 on the hologram disk 5 and accepting the diffracted regenerating signal light 21 with a two-dimensional photodetector array 6A. The device comprises a variable wave length coherent light source 18 which emits a reference coherent beam and a wave length control circuit 17 which control the wavelength of the variable wave length coherent light source 18 according to the position information of the regenerated signal light on the two-dimensional optical detector array.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-216359  
(P2002-216359A)

(43) 公開日 平成14年8月2日 (2002. 8. 2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページ数 (参考)
G 1 1 B	7/0065	G 1 1 B	7/0065
	7/09		7/09
	7/125		7/125
	7/13		7/13
			7/13

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-350542(P2001-350542)  
(22) 出願日 平成13年11月15日 (2001. 11. 15)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-351308(P2000-351308)  
(32) 優先日 平成12年11月17日 (2000. 11. 17)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 笠澄 研一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72) 発明者 北岡 康夫  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74) 代理人 110000040  
特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

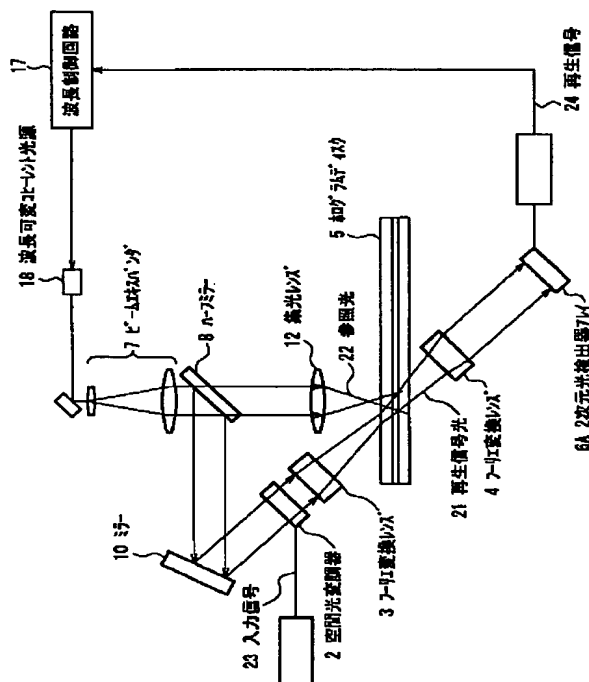
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラフィック光情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 記録媒体の相違や、記録媒体の温度変化によって最適再生波長が変化したときでも、十分な再生信号強度を維持し、クロストークの少ない安定な信号再生が可能なホログラフィック光情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 光情報記録再生装置は、ホログラムディスク5上に2つのコヒーレントビームの干渉縞の形態で記録されたデジタルデータを、ホログラムディスク5上に参照コヒーレントビーム22を照射し、回折された再生信号光21を2次元光検出器アレイ6Aで受光することにより再生する。参照コヒーレントビームを出射する波長可変コヒーレント光源18と、再生信号光の2次元光検出器アレイ2上での位置情報に基づいて波長可変コヒーレント光源18の波長を最適に制御する波長制御回路17とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体上に2つのコヒーレントビームの干渉縞の形態で記録されたデジタルデータを、前記記録媒体上にコヒーレントビームを照射し、前記記録媒体で回折された再生信号光を2次元光検出器アレイで受光することにより再生するホログラフィック光情報記録再生装置であって、

前記コヒーレントビームを出射する波長可変コヒーレント光源と、前記再生信号光の前記2次元光検出器アレイ上での位置情報を読みとり、前記位置情報に基づいて前記波長可変コヒーレント光源の波長を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項2】 前記2次元光検出器アレイの受光セルの少なくとも一部が2以上の領域に分割されており、前記再生信号光の少なくとも一部をサーボ用ビームとして前記分割された受光セルへ入射させ、前記制御手段が、前記分割された受光セルのそれぞれの領域において前記サーボ用ビームから得られる信号の差動信号にもとづき前記位置情報を検出することを特徴とする請求項1記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項3】 前記コヒーレントビームがアナモフィック光学系を透過し、前記制御手段が、2次元光検出器アレイにより検出される再生像の変化から、前記コヒーレントビームのフォーカス方向の位置ずれと、前記波長可変コヒーレント光源の波長ずれとを独立して検出することを特徴とする請求項1または2に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項4】 前記波長可変コヒーレント光源から出射されたコヒーレントビームを信号光及び参照光の2つのビームに分割する手段と、前記信号光を2次元的に強度変調する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の前記信号光に2次元的な位相分布を与える手段と、前記信号光と前記参照光を記録媒体上で交差させる光学系とを具備し、前記2次元的な位相分布を与える手段上の周辺部分には、中央部分よりもコヒーレント長が長い領域が設けられたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項5】 前記2次元的な位相分布を与える手段は、2次元の直角格子状に形成されたセルを有し、各セルの位相変位量は0、 $\pi/2$ 、 $\pi$ 、 $3\pi/2$ のいずれかであり、互いに隣接するセルの位相差が $\pi/2$ 或いは $3\pi/2$ であることを特徴とする請求項4に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項6】 前記記録媒体からの回折光を前記2次元光検出器アレイ上に集光させるレンズ系を有し、前記記録媒体は前記レンズ系の焦点と異なる位置に配置されることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項7】 前記再生信号光のサーボ用ビームが、常にオン状態になるように記録することを特徴とする請求項2から6のいずれか1項に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項8】 前記再生信号光のサーボ用ビームが、他の前記ビームスポットに比べてより高い確率でオン状態になるように記録することを特徴とする請求項2から6のいずれか1項に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項9】 前記波長可変コヒーレント光源が、波長可変半導体レーザと2次高調波発生素子を用いたコヒーレント光源であることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

【請求項10】 前記分割された受光セルが、前記2次元光検出器アレイの四隅に位置することを特徴とする請求項2から8のいずれか1項に記載のホログラフィック光情報記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ホログラム媒質を有する光学記録媒体を用いて高密度に情報の記録再生を行うホログラフィック光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンパクトディスク(CD)は、波長780nmの光源と開口数0.45の対物レンズを用いて、音楽データ74分の録音やデジタルデータ640MBの記録を可能とした。また、デジタルバーサタイルディスク(DVD)は波長650nmの光源と開口数0.6の対物レンズを用いて、2時間15分のMPEG2の動画やデジタルデータ4.7GBの記録を可能とした。また近年では水平解像度1000本以上の高精細動画が放送されるようになり、また、パーソナルコンピュータが高性能化され、さらに高密度、大容量の光ディスクに対する期待が高まっている。これに対して、波長400nm前後の光源と開口数0.85の対物レンズを組み合わせた光ディスクシステム等が提案され、片面20GBを超える容量が実現されようとしている。

【0003】このように光ディスク装置は、より短波長の光源とより開口数の大きい対物レンズを用いることで高密度化を実現してきた。しかしながら上記のような短波長化と高開口数のレンズによるアプローチには限界が近づいている。すなわち、波長400nm以下の領域では、レンズに用いられるガラス材料の波長分散が大きくなるためにその収差を制御することが困難となる。また開口数をより大きくするために開発が進められている固体液浸レンズ技術を用いると、レンズ作動距離が極端に短くなり(50nm程度)、ディスクの交換が容易でなくなるなどの問題が生じる。これらの課題を克服し、さらに高密度化を実現するために、ホログラフィック記録

技術が大きな注目を集めている。

【0004】例えばPsaltsらによって提案されたシフト多重記録方式の光ディスク光学系の概略構成を図14に示す。レーザ光源1からの光は、ビームエキスパンダ7でビーム径を拡大された後ハーフミラー8で分割される。分割された一方のビームは、ミラー10により進行方向を変更された後空間光変調器2を通過し、フーリエ変換レンズ3によりホログラムディスク5上に集光され、信号光となる。他方のビームは、集光レンズ12により集光されて参照光22となって、ホログラムディスク5上の信号光と同一位置を照射する。ホログラムディスク5は、2枚のガラス基板間にフォトポリマーなどのホログラム媒質を封止した構成を有し、信号光と参照光の干渉縞が記録される。

【0005】空間光変調器2は2次元に配列された光スイッチ列からなり、記録される入力信号23に対応してそれぞれの光スイッチが独立にオンオフされる。例えば1024セル×1024セルの空間光変調器2を用いた場合には、1Mビットの情報を同時に表示することができる。信号光が空間光変調器2を通過する際に、空間光変調器2に表示される1Mビットの情報は2次元の光ビーム列に変換され、ホログラムディスク5上に干渉縞として記録される。記録された信号を再生する際には、ホログラムディスク5に参照光22のみを照射し、ホログラムからの回折光である再生信号光21をフーリエ変換レンズ4を通した後、光検出器6によって受光して再生信号24を検出する。

【0006】図14に示した光記録システムの特徴は、ホログラム媒質の厚みが約1mm程度と厚く、干渉縞が厚いグレーティング、いわゆるブラッググレーティングとして記録されるため、角度多重記録が可能となり大容量の光記録システムが実現されることである。図14のシステムでは参照光22の入射角変化に変えて、球面波参照光の照射位置をシフトすることで角度多重を実現している。すなわちホログラムディスク5をわずかに回転させ記録位置をシフトした際に、媒体各々が感じる参照光入射角がわずかに変化することを利用する。ホログラム媒質の厚みが1mmのときには、再生信号強度で規定される波長選択性は半値全幅0.014度となる。参照光NA0.5、ホログラムサイズ2mmφのとき、約20ミクロン間隔でホログラムを多重記録すると、このとき実現される記録密度は600Gbit/inch<sup>2</sup>であり、12cmディスク容量に換算して730GBが実現される。

【0007】上記のような高密度光記録再生システムの実現には、小型、安定なレーザ光源がキー技術となる。特に、ブラッググレーティングは角度選択性とともに波長選択性を持つため、記録、再生時の光源波長の制御が必要であり通常の光ディスクに用いるような半導体レーザを用いることができない。また、記録密度の観点

からはより短波長の光源を用いることが望ましいが、従来より比較的安価に高出力が得られるArレーザの緑色光が実験用に多く用いられる。また近年では、全固体で実現できるNdドープYAGレーザの2次高調波光源などを用いて小型化が実現されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上に説明したように、ブラッググレーティングを用いたホログラム記録では光の入射方向や波長によって、記録される回折パターンが変化する。そのため、記録時の波長と再生時の波長が異なると、クロストーク信号の増加や信号光強度の低下を引き起こす。また、記録媒体の温度が変化することによって、最適再生波長が異なり、同様にクロストーク信号の増加や信号光強度の低下を引き起こす。

【0009】図14の光ディスクでは、情報は記録された干渉縞からのブラッグ回折光として再生される。再生信号光が十分な光量で再生されるためには、ブラッグ条件を満たす必要がある。すなわち、媒質に対する参照光ビームの入射角度及び参照光ビームの波長がそれぞれ最適値に調整されなければならない。

【0010】例えば、ホログラム媒質の厚み1mm、光源波長515nm、干渉縞周期0.5μmのシステムを仮定すると、回折効率が半減する波長の値で定義した参照光ビーム波長に対するブラッグ条件の許容幅は、515nm±0.24nmとなる。また、図14の構成では、ホログラム媒質の熱膨張も考慮する必要がある。すなわち、ホログラム媒質の熱膨張によって記録された干渉縞の周期が変化し、ブラッグ条件を満たす最適再生波長が変化するという問題である。

【0011】ホログラム媒質としてDuPont製フォトポリマー、オムニデクス352原版を使った例について説明する。その熱線膨張率は $7.1 \times 10^{-5}$ と測定されており（植田他、特開平5-165388号公報）、25℃の温度変化に対して最適波長の変化量は0.18%であり、アルゴンレーザの発振波長に換算すると515+0.9nmとなる。これは前述のブラッグ条件の許容幅515±0.24nmの3倍以上の値であり、25℃の温度変化に対して安定にホログラム再生を行うためには、再生中の温度変化に対応して再生光源の波長を最適に調整する必要がある。

【0012】そこで、本発明は、上記の課題を解決し、最適再生波長の異なる媒体から信号再生する場合や、記録媒体の温度変化によって最適再生波長が変化したときにも、十分な再生信号強度を維持し、クロストークの少ない安定な信号再生が可能なホログラフィック光情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のホログラフィック光情報記録再生装置は、記録媒体上に2つのコヒーレントビームの干渉縞の形態で記録されたデジタルデータ

を、記録媒体上にコヒーレントビームを照射し、記録媒体で回折された再生信号光を2次元光検出器アレイで受光することにより再生する。上記課題を解決するため、コヒーレントビームを出射する波長可変コヒーレント光源と、再生信号光の2次元光検出器アレイ上での位置情報を読みとり、その位置情報に基づいて波長可変コヒーレント光源の波長を制御する制御手段とを備える。

【0014】この構成において好ましくは、2次元光検出器アレイの受光セルの少なくとも一部が2以上の領域に分割されており、再生信号光の少なくとも一部のビームスポットをサーボ用ビームとして、例えば正常状態においてサーボ用ビームが分割された受光セル上の領域の分割線上に入射するように、光学系が配置される。さらに、制御手段は、分割された受光セルのそれぞれの領域からの信号の差動信号を検出し、その差動信号に基づいて波長可変コヒーレント光源の波長を制御する構成とする。

【0015】上記のいずれかの構成において、参照光ビームがアナモフィック光学系を透過するように光学系を構成し、前記制御手段が、2次元光検出器アレイにより検出される再生像の変化から、参照光ビームのフォーカス方向の位置ずれと、波長可変コヒーレント光源の波長ずれとを独立して検出するように構成することが好ましい。

【0016】上記のいずれかの構成において好ましくは、波長可変コヒーレント光源から出射されたコヒーレントビームを信号光及び参照光の2つのビームに分割する手段と、信号光を2次元的に強度変調する空間光変調素子と、空間光変調素子上の信号光に2次元的な位相分布を与える手段と、信号光と参照光を記録媒体上で交差させる光学系とを具備する。2次元的な位相分布を与える手段上の周辺部分には、中央部分よりもコヒーレント長が長い領域が設けられる。

【0017】この構成において好ましくは、2次元的な位相分布を与える手段の各セルは、2次元の直角格子状に形成され、各セルの位相変位量は0、 $\pi/2$ 、 $\pi$ 、 $3\pi/2$ のいずれかであり、互いに隣接するセルの位相差が $\pi/2$ 或いは $3\pi/2$ である。

【0018】上記のいずれかの構成において好ましくは、記録媒体からの回折光を2次元光検出器アレイ上に集光させるレンズ系を有し、記録媒体はレンズ系の焦点と異なる位置に配置される。

【0019】また、上記のいずれかの構成において好ましくは、再生信号光のサーボ用ビームが、常にオン状態になるように記録するか、あるいは、他のビームスポットに比べてより高い確率でオン状態になるように記録する構成とする。

【0020】また、上記のいずれかの構成において好ましくは、波長可変コヒーレント光源を、波長可変半導体レーザと2次高調波発生素子を用いたコヒーレント光源

とする。

【0021】また、上記のいずれかの構成において好ましくは、前記分割された受光セルが、前記2次元光検出器アレイの四隅に位置する構成とする。

【0022】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図1は、実施の形態1における光情報記録再生装置の要部を示す概略構成図であって、記録媒体であるホログラムディスク5からの回折光が2次元光検出器アレイ6Aを照射する再生光学系を中心として示す。この光情報記録再生装置の全体の構成は、図2に示すとおりである。なお、図14に示した従来の光情報記録再生装置と同様の構成要素については同一の符号を付して説明する。

【0023】図1には、ホログラムディスク5が、2枚のガラス基板5bと、それらの間に封止されたフォトポリマーなどのホログラム媒質5aから構成されている様子が示される。球面波参照光22は、集光レンズ12によりホログラム媒質5aを封止しているガラス基板5bの表面に集光され、ガラス基板5b表面でのフレネル反射により、一部の光はフォーカス誤差検出光学系14へと戻る。参照光22を集光する集光レンズ12は、フォーカス誤差検出光学系14から出力されるフォーカス誤差信号によってその光軸方向位置が制御され、参照光22は常にガラス基板5b表面に集光される。

【0024】ホログラム媒質5aには、空間光変調器2に表示される2次元のデータが光の干渉縞の状態で記録されている。すなわち、空間光変調器2によって記録されるべきデータに応じた2次元の明暗パターンを持った信号光と、参照光22とが干渉し、ホログラム媒質5a内で波長オーダーの微細な干渉パターン、すなわちホログラムとして、記録される。このホログラムは通常直径数mmの円形をなし、一つのホログラムには空間光変調器2上に表示されたデータが一括して表現されている。ホログラム媒質の異なる位置に多数のホログラムを記録することによって、大容量の記録媒体が実現される。ホログラム媒体5aは、ディスク状あるいは方形のカード状等の形態をなし、それぞれ、ディスク回転またはカードの平行移動によって異なるホログラムを選択することにより、記録・再生が行われる。

【0025】参照光22がホログラム媒質5aを照射すると、ホログラム媒質5a中に記録されたホログラムによって回折され、再生信号光21を発生する。再生信号光21にはホログラムが記録された際の信号光が持つ2次元の明暗パターンが再現されている。再生信号光21はフーリエ変換レンズ4を通過した後、2次元光検出器アレイ6Aによって受光されて再生信号が検出される。2次元光検出器アレイ6Aは、再生信号光の2次元パターンに対応する2次元の受光セル列を有し、例えばPDアレイ、CCD素子、またはCMOS素子等で実現することができる。通常、2次元光検出器アレイ6Aの受光

セル配列は、空間光変調器2の2次元に配列された光スイッチ列に1対1に対応するが、この他に、空間光変調器2のセル1個に対して複数の受光セルが対応する構成としてもよい。後者の場合、2次元光検出器アレイ6Aの出力信号を画像処理する必要が生じる反面、セル間のクロストークを抑制できる効果がある。

【0026】このとき発生する再生信号光21が、記録時に空間光変調器2で変調された信号光と同じ経路をたどることが、ホログラム記録・再生の特徴である。ホログラム媒質5aがフーリエ変換レンズ3のフーリエ面16上に位置する場合には、空間光変調器2のあらゆるセルを通過した光がホログラム媒質5a上の同一の点を照射することになる。図1の構成の光情報記録再生装置の特徴は、ホログラム媒質5aがフーリエ面16から離れた位置に設置されることである。このとき、図のように空間光変調器2上の異なる点である、a点、b点を通過した光は、ホログラム媒質5a上でも互いに異なる点（それぞれa'点、b'点）を通過する。参照光22に球面波を用いているために、ホログラム媒質5a上の異なる点では参照光22の入射する角度が異なり、再生時にはホログラム媒質5a上の異なる点での再生信号光21は異なる回折角を与えられる。

【0027】図1では、最適波長の参照光22で再生したときの再生信号光21が実線で、また参照光22が最適波長からずれて、最適波長より長い波長の光で再生したときの再生信号光21が破線で示される。図のように、波長が長いときにはより回折角が大きくなり、再生信号光21が2次元光検出器アレイ6A上を照射する位置が変化する。ここで波長が長くなったときには、再生信号光21は図の右上方向に全体的にシフトするとともに、より狭い領域を照射することになる。ビーム全体のシフトに対しては、ビームシフトに追従して2次元光検出器アレイ6Aを光検出素子面内で平行移動して、その位置を制御する。

【0028】再生信号光21を受光する2次元光検出器アレイ6Aの平面概略図を図3に示す。2次元光検出器アレイ6Aは、マトリクスに配列された受光セル61の群により構成されている。受光セル群のうち、4隅に配置された分割された受光セル62は、内側受光セル62iと外側受光セル62eに分割されている。各受光セル61、62毎に入射する信号光スポット25が示されている。最適波長で再生した時の信号光スポット25の照射位置は実線の円で、最適波長より長い波長の光で再生したときの信号光スポット25の照射位置は破線の円で示されている。分割された受光セル62に入射した破線の円の信号光スポット25により、内側受光セル62iと外側受光セル62eから出力される信号は、（内側受光セル62iの出力）＞（外側受光セル62eの出力）となり、両者の差動信号から波長のずれを検出することができる。なお、最適波長より短い波長の光で再生した

ときは、受光セル61の各々における信号光スポット25の照射位置は、図3に実線の円で示す位置から、破線の円で示す位置とは反対方向へシフトする。

【0029】また、図3から分かるように光源波長のずれによる信号光スポット25位置の変化は、2次元光検出器アレイ6Aの周辺部で大きく中央部では小さくなる。このため、光源波長のずれを感度良く検出するには、2次元光検出器アレイ6Aの周辺部のセルを分割してビーム位置を検出するのがよい。特に、図3に示すように、2次元光検出器アレイ6Aの四隅のセルを分割セルとした構成が、検出感度が最大となる点において最も好ましい。

【0030】通常、データを記録するためのビームは、オン状態とオフ状態がホログラムごとに切り替わることになるが、ビーム位置検出をより高速、高精度に行うためには、2次元光検出器アレイ6Aの周辺部のセルを照射する位置検出用の信号光スポット25が、全てのホログラムにおいてオン状態になるように記録することが好ましい。ただし、位置検出用のセルを照射する信号光スポット25が全てオン状態になるようにすると、当該信号光スポット25は位置検出用のみに用いられることとなるので、データ記録用の実質的な情報量が減少する。従って、実質的な情報量を減少させたくない場合は、位置検出用のセルを照射する信号光スポット25がよりオン状態になる確率が大きくなるような符号化方式を用いて、ホログラムにアドレス情報などを持たせることもできる。

【0031】図1に示すように、本実施の形態においては、図14のレーザ光源1に代えて、波長可変コヒーレント光源18を用いる。波長可変コヒーレント光源18は、例えば半導体レーザーと、光導波路型波長変換デバイスとして、例えば擬似位相整合（以下、QPMと記す）方式の光導波路型2次高調波発生（以下SHGと略す）素子を用いることで容易に実現できる（山本他、Optics Letters Vol.16, No.15, 1156（1991））。図4に、光導波路型SHG素子33を用い、半導体レーザー30とともにSiサブマウント31上に搭載した波長可変コヒーレント光源18の概略構成を示す。

【0032】半導体レーザー30として、活性層領域と分布ブラッグ反射器（以下、DBRと記す）領域32を有する波長可変DBR半導体レーザーを用いる。半導体レーザー30は0.85μm帯の100mW級AlGaAs系波長可変DBR半導体レーザーである（V. N. Gulgazov, H. Zhao, D. Nam, J. S. Major Jr., and T. L. Koch: "Tunable high-power AlGaAs distributed Bragg reflector laser diodes", Electron. Lett., Vol.33, pp.58-59（1997）参照）。DBR領域32への注入電流を変化させることにより、発振波長を可変とすることができ

【0033】一方、波長変換デバイスである光導波路型

SHG素子33は、X板MgOドープLiNbO<sub>3</sub>基板上に形成された光導波路34と、周期的な分極反転領域35より構成されている。光導波路34は、ピロリン酸中でプロトン交換することにより形成される。また、周期的な分極反転領域35は、櫛形の電極をx板上に形成し電界を印加することにより作製される。

【0034】100mWのレーザ出力に対して60mWのレーザ光が光導波路34に結合する。波長可変DBR半導体レーザ30のDBR領域32への注入電流量を制御し、発振波長を光導波路型SHG素子33の位相整合波長許容度内に固定する。波長425nmの青色光が10mW程度の出力で得られる。

【0035】ここで光導波路34上には、0.01ミクロンのTa膜を蒸着、パターンニングしてヒータ電極36が形成されている。ヒータ電極36に電流を流して、光導波路34の温度を変化させることにより、位相整合波長を制御した。光導波路型SHG素子33の位相整合波長の変化に合わせてDBR領域32への電流注入量を制御し、波長チューニング中にも一定の青色光出力を得た。実験では導波路の温度変化30度に対して2nmの波長チューニングを実現でき、ホログラム媒質5aの温度変化±2.5度に対応できることを確認した。

【0036】本発明にかかる光情報記録再生装置では、光源波長が長波長側へずれたときは、前述のように図3に例示した光検出器アレイの受光セル62のうち、受光セル62iの出力から受光セル62eの出力を差し引いて得られる差動信号が正となる。このとき、図1に示す波長制御回路17によって波長可変コヒーレント光源18の波長をより短波長側へ変化させる。具体的には、例えば図4に示す波長可変コヒーレント光源18を用いた場合には、波長制御回路17は、DBR領域32とヒータ電極36への電流を制御する。上記差動信号が正の場合には、DBR領域32とヒータ電極36への電流とともに減少させることにより、波長可変コヒーレント光源18からの出力光の波長が短波長側へシフトされる。

【0037】このように、波長可変半導体レーザと波長変換デバイスを組み合わせたQPM-SHGデバイスは、メカ的な動作を伴わず電流注入のみによって容易に波長を変化させることができるため、本発明の光情報記録再生装置を小型、安価に実用化する上で特に有用である。またQPM-SHGデバイスは非点収差が少ない、相対雑音強度が小さい、可干渉性が高いなどの、ホログラム記録に有用な特長を併せ持つ。

【0038】なお、本発明の光情報記録再生装置では、記録容量や、記録媒体の安定性等の点から、可視光領域の波長可変コヒーレント光源を用いることが望ましい。その条件を満たす光源の例として、赤外DBRレーザを用いたSHGデバイスを挙げたが、波長可変素子を用いないDBRレーザ単体を光源として用いることも可能である。現状では、DBRレーザは赤外領域の波長でのみ

開発されているが、将来、より短波長のDBRレーザが実用化されれば、本発明にとって有効な光源となる。

【0039】なお、2次元光検出器アレイ6における受光セル62の分割パターンは、図3に示した例に限定されず、例えば、図5または図6に示すような分割パターンであってもよい。図6に示す分割パターンを採用した場合、特に、デフォーカスによる再生パターンの拡大縮小の影響を受けにくいという利点がある。また、受光セル62の分割数も2に限定されず、3または4以上であってもよい。

【0040】（実施の形態2）図7（a）および（b）に示す実施の形態2における光情報記録再生装置は、光源波長のずれの検出とともに、参照光のフォーカスずれをも同時に検出可能な構成を有する。図7（b）は、再生信号光21と参照光22が含まれる平面、すなわち再生信号光21が主に回折される方向（主回折方向）と平行な面での光学系の断面図を表す。また、図7（a）は、図7（b）の左側から見た光学系の図、すなわち再生信号光21と参照光22が含まれる平面に垂直な面で一部を断面として示した図である。

【0041】図7の構成の特徴は、参照光22を集光する集光レンズ12の下に円柱レンズ13が設置されていること、すなわち参照光がアナモフィック光学系を通過してホログラム媒質へ入射することである。円柱レンズ13によって、参照光22は、ホログラム媒質5aに入射する際に、主回折方向に垂直な面では発散光として入射し（図7（a））、主回折方向に平行な面では収束光として入射する（図7（b））。図7では、最適波長の参照光22で再生される再生信号光21を実線で、また最適波長よりわずかに長い波長の参照光22で再生される再生信号光21を破線で表している。参照光22の波長が長い場合には最適波長での再生に比べて回折角が大きくなるため、図のように、主回折方向に垂直な方向では再生像はより小さくなり、主回折方向では再生像はより大きくなる。

【0042】この方式の特長は、集光レンズ12やフーリエ変換レンズ4のフォーカスずれと波長ずれを独立に検出することである。すなわち、集光レンズ12やフーリエ変換レンズ4のフォーカス方向の位置ずれが生じた際には、検出光学系の倍率が変化して、2次元光検出器アレイ6B上の再生像の大きさが変化する。図1の構成ではこの倍率の変化と再生波長の変化を独立に分離検出できなかったが、図7の構成では、倍率の変化は像の大きさの変化で、波長による変化は受光パターンのx方向、y方向の差によって互いに独立に検出することができる。図7の構成における2次元光検出器アレイ6B上の受光パターンを図8に示す。なお、2次元光検出器アレイ6Bとしては、PDアレイやCCD素子等を用いることができる。

【0043】図8には、2次元光検出器アレイ6Bの4



11

隅の4つの受光セル62a、62b、62c、及び62dを分割した例を示している。分割された受光セル62a等は、上下左右の4つの領域に分割されている。この4つの領域からの出力信号をもとに、例えば受光セル62aについては、図8において左側の二つのセルからの出力の和を62ax1、右側の二つのセルからの出力の\*

$$\begin{aligned} & (62ax1 - 62ax2) + (62ay1 - 62ay2) \\ & + (62bx2 - 62bx1) + (62by1 - 62by2) \\ & + (62cx1 - 62cx2) + (62cy2 - 62cy1) \\ & + (62dx2 - 62dx1) + (62dy2 - 62dy1) \end{aligned}$$

なる演算で得られる信号により検出される。

【0044】また、検出系や参照光学系の倍率の変化 ※

$$\begin{aligned} & (62ax1 - 62ax2) + (62ay2 - 62ay1) \\ & + (62bx2 - 62bx1) + (62by2 - 62by1) \\ & + (62cx1 - 62cx2) + (62cy1 - 62cy2) \\ & + (62dx2 - 62dx1) + (62dy1 - 62dy2) \end{aligned}$$

なる演算で得られる信号により検出される。

【0045】なお、波長ずれによる受光スポットのずれを、以下のような方法で検出することも可能である。すなわち、波長ずれによる受光スポットの移動方向は、分割された受光セルの対角線方向であるので、4つの領域に分割された受光セルのうちこの対角線方向における2つの対角領域からの出力信号をもとに差動信号を検出すれば、受光スポットのずれ分のうち、波長ずれに起因する成分のみを検出することができる。例えば、図8に示す分割された受光セル62aであれば、左上の領域からの出力から、右下の領域からの出力を差し引いて得られる信号により、波長ずれによる受光スポットのずれ分を検出できる。

【0046】また、図7ではアナモフィック光学系として円柱レンズ13を用いる構成を例示したが、円柱レンズ13の代わりに、図9に示すように、平行平板41を、集光レンズ12の下に、主回折方向に平行な方向に傾斜させるように配置した構成によっても同じ効果が得られる。また、図10(a)および(b)に示すように、集光レンズ12の代わりに、球面レンズ42と円柱レンズ43との組み合わせによってアナモフィック光学系を構成することもできる。なお、図10(a)は主回折方向に垂直な方向の断面図、図10(b)は主回折方向に平行な方向の断面図である。

【0047】(実施の形態3) 本発明のさらに他の実施形態について以下に説明する。

【0048】ホログラム再生における技術課題として、上記の実施の形態において解決しようとする波長制御に関する課題に加えて、スペックルノイズの抑圧が重要である。スペックルノイズは、主に媒体におけるほこり、きずなどの欠陥に起因する。図1の構成では、空間光変調器2を通過した光は、空間光変調器2上の光量分布がほぼ1対1にホログラム媒質5a上に投影される。そのため、ホログラム媒質5a上に欠陥が存在するとき、

12

\*和を62ax2、上側の二つのセルからの出力の和を62ay1、下側の二つのセルからの出力の和を62ay2と定義する。分割された受光セル62b、c、dについても同様に出力信号を定義する。このとき波長ずれによる受光スポットのずれ分は、

※は、

2次元光検出器アレイ6A上での回折光の受光パターンにも欠陥の像が投影され、顕著なノイズとなって観測され、正しい信号再生が行えない。これを回避する本実施の形態の構成が、図11および図12に示される。図11および図12に示すように、本実施形態にかかる光情報記録再生装置では、空間光変調器2に近接して拡散板15が設置されている。なお、この拡散板15は、空間光変調器2に密着するよう配置されることが好ましい。

【0049】拡散板15は、例えばガラス基板に凹凸パターンをエッチングにより形成した構成を有し、通過する光に2次元的な位相分布を与える。拡散板15にて位相分布を与えられた光は、フーリエ面16上においても有限の広がりを持つ。従って、空間光変調器2上の1点を通過した光は、ホログラム媒質5a上において一定の広がりをもって記録される。この場合には、ホログラム媒質5a上に欠陥が生じて欠陥像が2次元光検出器アレイ6A上に投影されず、像全体のS/Nを若干低下させるに過ぎない。以上のような拡散板によるスペックルノイズの抑圧は、文献(Y. Nakayama and M. Kato, "Diffuser with Pseudorandom Phase Sequences", J. Opt. Soc. Am., vol.69, pp.1367-1372, October 1979)に詳述されているように、従来から提案されている技術である。本実施の形態が、従来の拡散板を用いた技術と異なる点は以下のとおりである。

【0050】空間光変調器2のすべてのセルに対して位相変位を同様に与えた場合には、すべてのセルからの光がホログラム媒質5aの同じ場所を照射することになる。従って、実施の形態1或いは2に示したように特定のセルからの光がホログラム媒質の異なる場所で異なる回折角を与えられ、この回折角の変化から波長ずれを検出するという効果が失われる。これを回避するため、本実施の形態の光情報記録再生装置では、空間光変調器2の周辺部の一部のセルに対して、拡散板のセルの大きさを大きくする構成になっている。

【0051】拡散板15の一例の平面図を図13に示す。図13は、拡散板のセルの分割の様子と、各セルで与えられる位相変位量を表している。データ用セル15aは2次元の直角格子状に配置され、それぞれのセルには0、 $\pi/2$ 、 $\pi$ 、 $3\pi/2$ の位相変移が与えられる。互いに隣接するセルの位相差は、 $\pi/2$ 或いは $3\pi/2$ となっている。各セルの1辺の長さは、空間光変調器2のセルと同等か、或いはその1/4から1/2程度がよい。セルの大きさをより小さくするとセルの大きさに反比例した回折角でビームが拡散され、よりノイズ抑圧の効果が大きくなるが、逆にホログラムのサイズが大きくなって記録密度の低減を引き起こす。波長ずれを検出するために位置検出を行うビームに対応するビーム位置検出用セル15bは、データ用セル15aよりも大きなセルになっている。従って、ビームはより平面波に近くなり、拡散されずに直進する。このため大きなセルを通過した複数の位置検出用ビームは、ホログラム媒質5a上で大きく広がることなく互いに異なる位置を照射し、前述のような波長検出機能を実現することができる。このような新しい拡散板の構成を用いることで、スペckルノイズ抑圧と、ビーム位置検出の両方の機能を同時に実現することができる。

【0052】図13では、隣接するセルの位相差を限定した位相パターンについて説明したが、それぞれのセルにランダムに位相変位を与えるランダム拡散板でも同様の効果を得ることができる。ただしその際には各セルを通過する光に強度分布が生じ、再生信号のS/Nが低下することになる。

【0053】なお、本実施形態では、空間光変調素子上の信号光に2次元的な位相分布を与える手段の具体例として、セル分割された拡散板を示したが、これ以外に、表面にランダムな凹凸を持つすりガラス状の拡散板等を用いることが可能である。

#### 【0054】

【発明の効果】本発明の光情報記録再生装置の構成によれば、記録媒体ごとのばらつきや、記録媒体の温度変化によって生じる最適光源波長の変化を検出して光源波長を最適に制御し、上記変化に対して信号強度を確保し、安定な信号再生を行うことができる。

【0055】また、アナモフィック光学系を参照光に用いた、本発明の光情報記録再生装置の他の構成によれば、再生光学系や参照光光学系の倍率の変化を、最適波長の変化とは独立に分離検出でき、両変化に対して信号強度を確保し、安定な信号再生を行うことができる。

【0056】拡散板を用いた、本発明の光情報記録再生装置の更に他の構成によれば、効果的に再生信号中のスペckルノイズを抑圧しつつ、最適波長の変化を検出して安定に再生することが可能となる。

【0057】QPM-SHG光源を用いた、本発明の光情報記録再生装置の更に他の構成によれば、簡単な構成

で波長可変コヒーレント光源を構成して、小型、安価な光情報記録再生装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1におけるホログラフィック光情報記録再生装置の概略構成図

【図2】 本発明の実施の形態1におけるホログラフィック光情報記録再生装置の全体構成図

【図3】 本ホログラフィック光情報記録再生装置における2次元光検出器アレイの構成例を受光パターンと共に示す図

【図4】 光導波路型2次高調波発生レーザ光源の概略構成を示す斜視図

【図5】 本ホログラフィック光情報記録再生装置における2次元光検出器アレイの構成の他の例を示す図

【図6】 本ホログラフィック光情報記録再生装置における2次元光検出器アレイの構成のさらに他の例を示す図

【図7】 実施の形態2におけるホログラフィック光情報記録再生装置の概略構成を示し、(a)参照光の方向と主回折方向が含まれる平面に垂直な面における断面図、(b)参照光の方向と主回折方向が含まれる平面における断面図

【図8】 図7の装置における2次元光検出器アレイ上での受光パターンを示す図

【図9】 実施の形態2におけるホログラフィック光情報記録再生装置に適用できるアナモフィック光学系の他の例を示す図

【図10】 実施の形態2におけるホログラフィック光情報記録再生装置に適用できるアナモフィック光学系のさらに他の例を示し、(a)主回折方向に垂直な方向の断面図、(b)主回折方向に平行な方向の断面図

【図11】 実施の形態3におけるホログラフィック光情報記録再生装置の概略構成図

【図12】 実施の形態3におけるホログラフィック光情報記録再生装置の全体構成図

【図13】 実施の形態3におけるホログラフィック光情報記録再生装置における拡散板の概略平面図

【図14】 従来のホログラムディスク記録再生装置の概略構成図

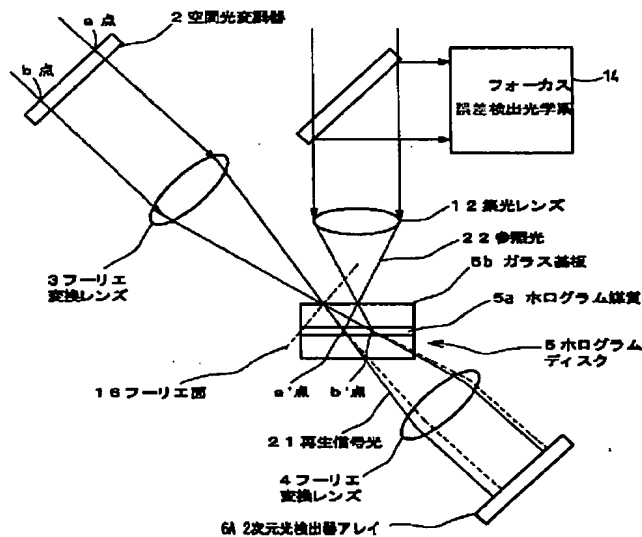
#### 【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 2 空間光変調器
- 3、4 フーリエ変換レンズ
- 5 ホログラムディスク
- 5a ホログラム媒質
- 5b ガラス基板
- 6、6A、6B 2次元光検出器アレイ
- 7 ビームエキスパンダ
- 8 ハーフミラー
- 10 ミラー

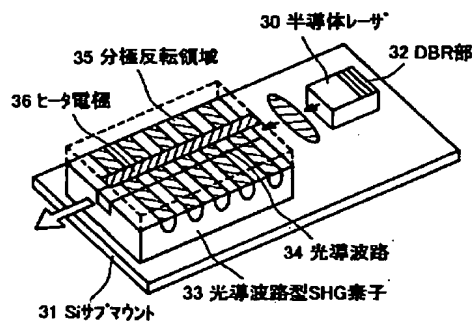
15

- 12 集光レンズ
- 13 円柱レンズ
- 14 フォーカス誤差検出光学系
- 15 拡散板
- 15 a データ用セル
- 15 b ビーム位置検出用セル
- 16 フーリエ面
- 17 波長制御回路
- 18 波長可変コヒーレント光源
- 21 再生信号光 (回折光)
- 22 参照光
- 23 入力信号
- 24 再生信号
- 25 信号光スポット

【図1】



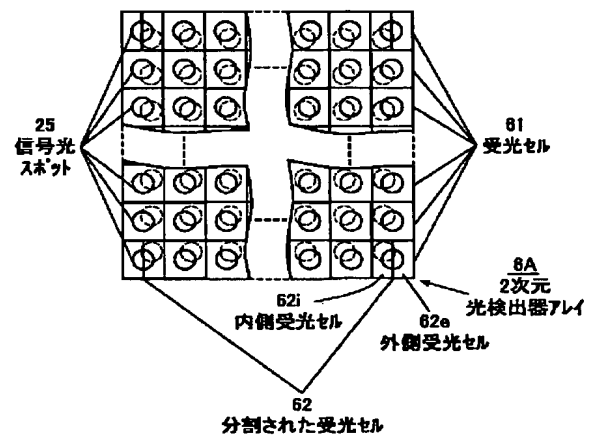
【図4】



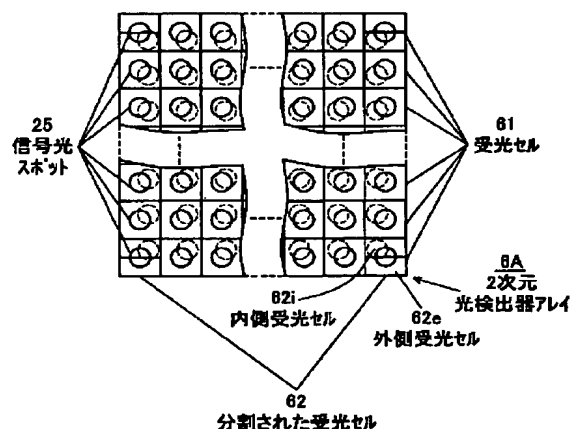
16

- \* 30 半導体レーザ
- 31 Siサブマウント
- 32 DBR領域
- 33 光導波路型波長変換デバイス
- 34 光導波路
- 35 分極反転領域
- 41 平行平板
- 42 球面レンズ
- 43 円柱レンズ
- 10 61 受光セル
- 62 分割された受光セル
- 62 i 内側受光セル
- 62 e 外側受光セル
- \* 62 a、62 b、62 c、62 d 分割された受光セル

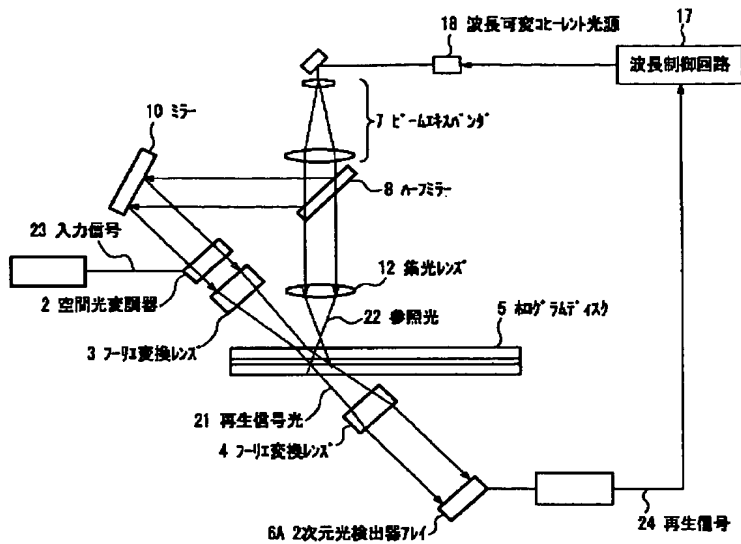
【図3】



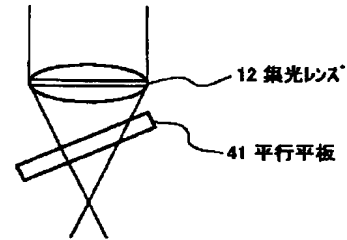
【図5】



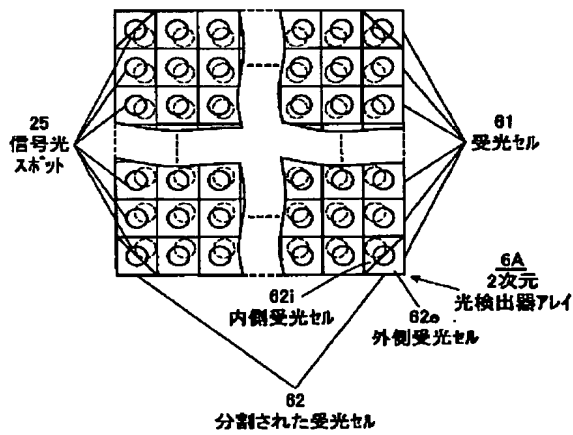
【図2】



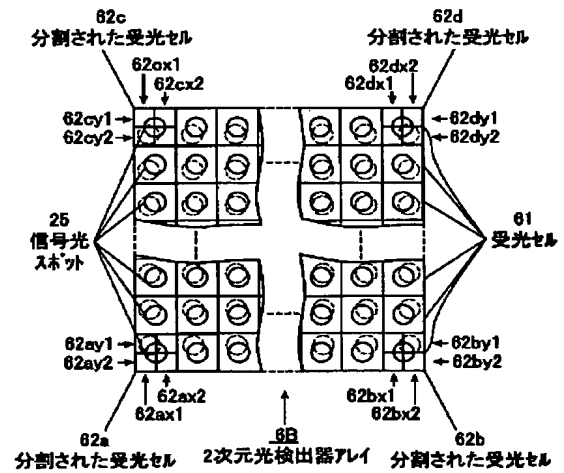
【図9】



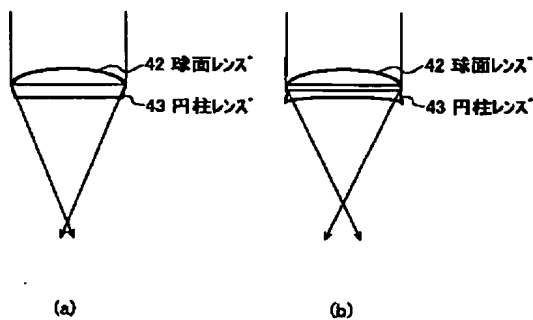
【図6】



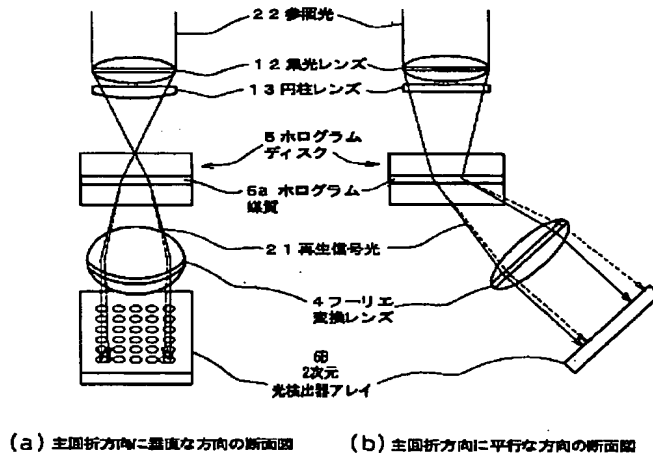
【図8】



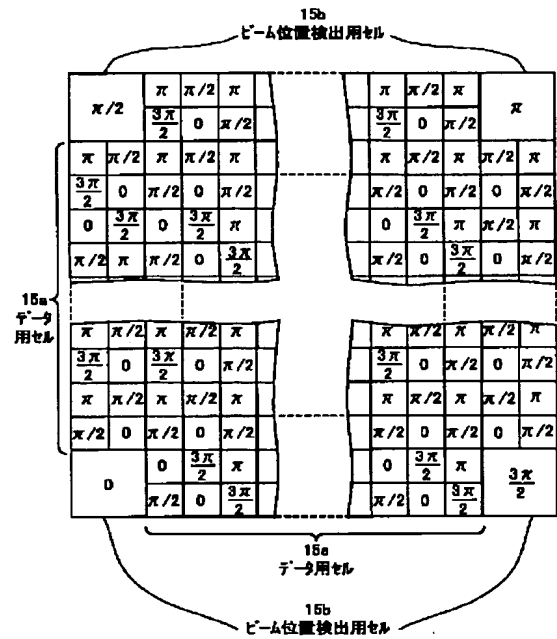
【図10】



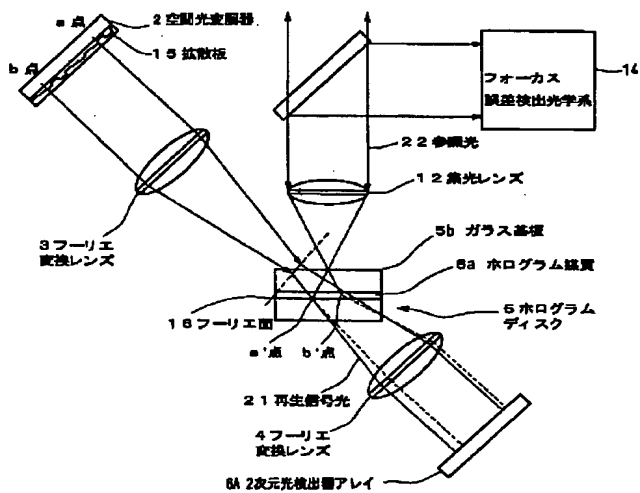
【図7】



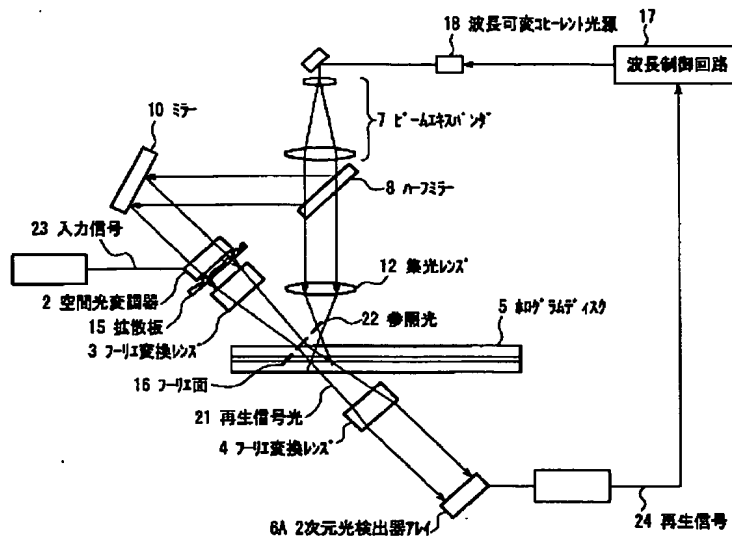
【図13】



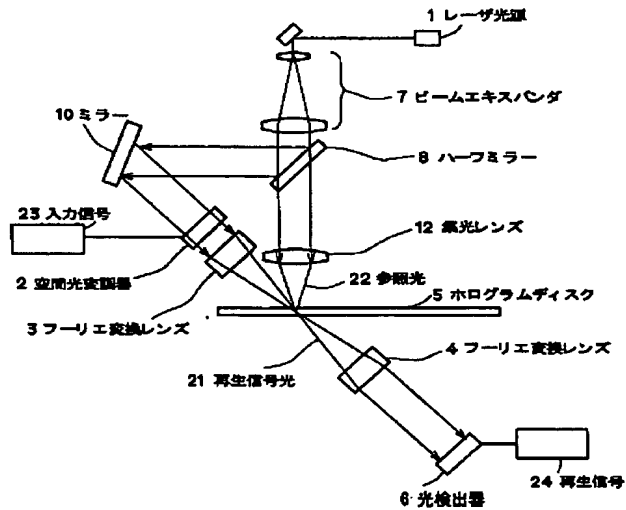
【図11】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

テ-マコード (参考)

Z

(72)発明者 山本 和久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5D090 AA01 AA03 BB20 CC01 CC04  
DD01 DD05 EE01 EE11 LL01  
5D118 BA01 BA06 BB01 BB05 BF02  
BF03 CA11 CA21 CD02 CD06  
CF03 CF20 DA33  
5D119 BA01 BA02 BB01 BB03 DA01  
DA05 EA00 EA03 EC10 EC11  
EC15 FA05 FA08 GA02 HA16  
HA63 JA21 JA31 JA32 JA58  
KA06 KA09 KA10 KA17